

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002185240 A

(43) Date of publication of application: 28.06.02

(51) Int. Cl.

H01Q 13/00

H01P 3/16

H01P 5/22

H01Q 21/06

(21) Application number: 2000384504

(22) Date of filing: 18.12.00

(71) Applicant: ABEL SYSTEMS INC

(72) Inventor:
SUGIO YOSHIHIKO
TSUGAWA TETSUO
SUZUKI FUMIO

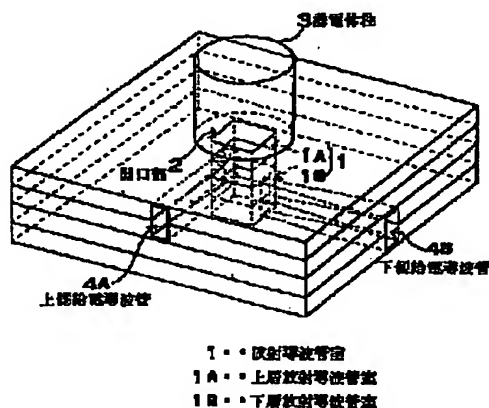
(54) ANTENNA LOADED WITH DIELECTRIC

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the whole compact by arranging a plurality of radiative waveguide chambers closely.

SOLUTION: For an antenna loaded with a dielectric, a dielectric pole 3 is arranged in the opening 2 of a radiative waveguide chamber 1. The radiative waveguide chamber 1 is equipped with an upper radiative waveguide chamber 1A on whose top the dielectric post 3 is arranged, and a lower radiative waveguide chamber 1B which is arranged under the upper radiative waveguide chamber 1A connected to the bottom opening 2 of this upper radiative waveguide chamber 1A. An upper power supply waveguide 4A and a lower power supply waveguide 4B are coupled, in the direction of crossing each other at right angles, with the upper radiative waveguide chamber 1A and the lower radiative waveguide chamber 1B, and the electromagnetic waves supplied to the lower radiative waveguide chamber 1B is led to the dielectric post 3 through the upper radiative waveguide chamber 1A.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-185240

(P2002-185240A)

(43)公開日 平成14年6月28日(2002.6.28)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)	
H 0 1 Q	13/00	H 0 1 Q	13/00	5J014
H 0 1 P	3/16	H 0 1 P	3/16	5J021
	5/22		5/22	B . 5J045
H 0 1 Q	21/06	H 0 1 Q	21/06	

審査請求 有 請求項の数14 O L

(全13頁)

(21)出願番号 特願2000-384504(P2000-384504)

(22)出願日 平成12年12月18日(2000.12.18)

(71)出願人 500404258

アーベル・システムズ株式会社

京都府京都市西京区大枝北沓掛町二丁目3
番地の16

(72)発明者 杉尾 嘉彦

大阪府四條畷市田原台三丁目30番18号

(72)発明者 津川 哲雄

京都府八幡市男山指月13番1号

(72)発明者 鈴木 文雄

京都府京都市西京区大枝北沓掛町二丁目3
番地の16

(74)代理人 100074354

弁理士 豊栖 康弘 (外1名)

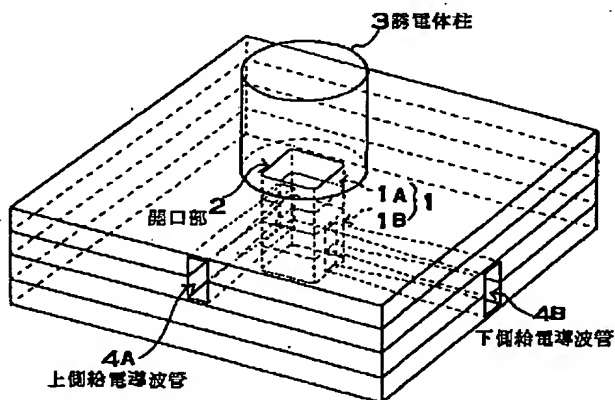
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘電体装荷アンテナ

(57)【要約】

【課題】 複数の放射導波管室を互いに接近して配設して、全体をコンパクトにする。

【解決手段】 誘電体装荷アンテナは、放射導波管室1の開口部2に誘電体柱3を配設している。放射導波管室1は、上面に誘電体柱3を配設している上層放射導波管室1Aと、この上層放射導波管室1Aの下面開口部2に連通されて、上層放射導波管室1Aの下側に配設している下層放射導波管室1Bとを備える。上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bには、互いに直交する方向に上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bを連結して、下層放射導波管室1Bに給電される電磁波を上層放射導波管室1Aを介して誘電体柱3に導いている。



- 1・・・放射導波管室
- 1A・・・上層放射導波管室
- 1B・・・下層放射導波管室

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 放射導波管室(1)の開口部(2)に誘電体柱(3)を配設するアンテナにおいて、

複数の放射導波管室(1)を同一平面に設けると共に、各々の放射導波管室(1)を、上面の開口部(2)に誘電体柱(3)を配設している上層放射導波管室(1A)と、この上層放射導波管室(1A)の下面開口部(2)に連通されて、上層放射導波管室(1A)の下側に配設している下層放射導波管室(1B)とで構成し、

上層放射導波管室(1A)には上側給電導波管(4A)を連結して、下層放射導波管室(1B)に下側給電導波管(4B)を連結し、

かつ、上側給電導波管(4A)と下側給電導波管(4B)は、互いに直交する方向に給電するように、上層放射導波管室(1A)と下層放射導波管室(1B)に連結され、

下層放射導波管室(1B)に給電される電磁波を上層放射導波管室(1A)を介して誘電体柱(3)に導くようにしてなることを特徴とする誘電体装荷アンテナ。

【請求項 2】 上層放射導波管室(1A)を設けている上層プレート部(5A)と、下層放射導波管室(1B)を設けている

下層プレート部(5B)を備え、上層プレート部(5A)は、上下に貫通する上層放射導波管室(1A)を有し、上層プレート部(5A)の下面に下層プレート部(5B)を積層して、上層放射導波管室(1A)の下に上方開口の下層放射導波管室(1B)を配設しており、下層放射導波管室(1B)に給電される電磁波を上層放射導波管室(1A)を介して誘電体柱(3)に導くようにしてなる請求項 1 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 3】 上層放射導波管室(1A)に給電する上側給電導波管(4A)を上層プレート部(5A)に設け、下層放射導波管室(1B)に給電する下側給電導波管(4B)を下層プレート部(5B)に設けている請求項 2 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 4】 上層プレート部(5A)及び下層プレート部(5B)に複数の放射導波管室(1)を設けている請求項 2 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 5】 上層プレート部(5A)を上層上部プレート(5AA)と上層下部プレート(5AB)からなる 2 枚の板材の積層体で構成し、下層プレート部(5B)を下層上部プレート(5BA)と下層下部プレート(5BB)からなる 2 枚の板材の積層体で構成している請求項 2 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 6】 上層プレート部(5A)が上層上部プレート(5AA)と上層下部プレート(5AB)からなり、下層プレート部(5B)が下層上部プレート(5BA)と下層下部プレート(5BB)からなり、上層上部プレート(5AA)は 1 枚の板材で、下層下部プレート(5BB)も 1 枚の板材で、上層下部プレート(5AB)と下層上部プレート(5BA)を 1 枚の中間合体プレート(5C)としている請求項 2 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 7】 下層放射導波管室(1B)の開口横幅 (B2) を、上層放射導波管室(1A)の開口縦幅 (A1) よりも狭くしてなる請求項 1 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 8】 下層放射導波管室(1B)の開口横幅 (B2) を、上層放射導波管室(1A)の開口縦幅 (A1) に給電される偏波の $1/2$ 波長よりも狭くしてなる請求項 7 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 9】 上層放射導波管室(1A)が、開口部(2)の形状を正方形としている請求項 7 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 10】 上層放射導波管室(1A)の開口横幅 (B1) と、下層放射導波管室(1B)の開口縦幅 (A2) が等しい請求項 7 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 11】 上層プレート部(5A)と下層プレート部(5B)が、上層放射導波管室(1A)と上側給電導波管(4A)と、下層放射導波管室(1B)と下側給電導波管(4B)との内面を金属メッキしたプラスチック製である請求項 2 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 12】 上層放射導波管室(1A)の深さ (D1) と、下層放射導波管室(1B)の深さ (D2) が、 $1/2$ 管内波長である請求項 7 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【請求項 13】 放射導波管室(1)の開口部(2)に誘電体柱(3)を配設すると共に、以下の全ての構成を有する誘電体装荷アンテナ。

(a) 放射導波管室(1)が、給電される電磁波を円偏波として誘電体柱(3)から放射する形状であって、この放射導波管室(1)に、互いに直交する方向に上側給電導波管(4A)と下側給電導波管(4B)を連結して、上側給電導波管(4A)と下側給電導波管(4B)で、右旋円偏波と左旋円偏波を誘電体柱(3)に給電するようにしている。

(b) 複数の放射導波管室(1)が互いに接近して隣接して配設され、各々の放射導波管室に上側給電導波管(4A)と下側給電導波管(4B)を連結している。

(c) 上側給電導波管(4A)を放射導波管室(1)の側面に連結して、下側給電導波管(4B)を放射導波管室(1)の底面に連結している。

【請求項 14】 放射導波管室(1)が、一方の対角線の長さが他方の対角線よりも短くなるように、互いに対向するコーナー部を面取りした方形状として、放射導波管室(1)に給電される電磁波を位相差で円偏波として誘電体柱(3)から放射するようにしてなる請求項 13 に記載される誘電体装荷アンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、放射導波管室の開口部に誘電体柱を設けている誘電体装荷アンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】誘電体装荷アンテナは、効率が良くて、利得を高くできる優れた特性がある。このアンテナは、図 1 に示すように、放射導波管室 1 の開口部 2 に誘電体柱 3 を固定している。誘電体柱 3 には、たとえば、ポリプロピレン等の低い比誘電率の誘電体を使用される。このアンテナは、誘電体ロッドアンテナよりも太くて短い誘電体柱を使用するので平面アンテナとして使用できる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この図の誘電体装荷アンテナは、図 2 に示すように、放射導波管室 1 の側面に、互いに直交する方向に給電導波管 4 を連結し、励振する給電導波管 4 を切り換えて垂直偏波と水平偏波の両方に使用できる。図に示すように、ひとつの放射導波管室 1 と誘電体柱 3 からなる誘電体装荷アンテナは、簡単な構造で互いに直交する方向にふたつの給電導波管 4 を連結できる。ただ、この構造のアンテナは、利得を高くするためには、多数の放射導波管室と誘電体柱とを設ける必要がある。しかしながら、多数の放射導波管室を隣接して設ける誘電体装荷アンテナは、各々の放射導波管室にふたつの給電導波管を連結すると給電導波管の構造が複雑になり、隣接する放射導波管室を接近できなくなって、アンテナ全体が大きくなってしまう。

【0004】本発明者等は、図 3 に示すように、放射導波管室 1 を、上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B とで構成し、上層放射導波管室 1 A に上側給電導波管 4 A を連結して、下層放射導波管室 1 B に下側給電導波管 4 B を連結する独特の構造でこの欠点を解決することに成功した。したがって、本発明の第 1 の目的は、ふたつの給電導波管で励振される複数の放射導波管室を互いに接近して配設して、全体をコンパクトにできる誘電体装荷アンテナを提供することにある。

【0005】図 3 のアンテナをわかりやすく分解した図を図 4 に示す。これ等の図に示すアンテナは、放射導波管室 1 を、上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B からなる 2 層構造としている。上層放射導波管室 1 A には上側給電導波管 4 A を連結し、下層放射導波管室 1 B に下側給電導波管 4 B を連結しており、上側給電導波管 4 A と下側給電導波管 4 B は互いに直交する方向に連結されている。上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B は、互いに直交する方向に放射導波管室を励振する。したがって、この誘電体装荷アンテナは、給電する放射導波管室 1 を上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B に切り換えて、垂直偏波と水平偏波に切り換えることができる。また、上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B に、位相差が 90 度である電磁波を給電すると円偏波が誘電体柱 3 に給電される。

【0006】図 3 と図 4 に示す誘電体装荷アンテナは、垂直偏波、水平偏波、円偏波に使用できるが、使用できる周波数帯域が狭くなる欠点がある。図 5 は、図 1 に示

す放射導波管室 1 の誘電体装荷アンテナの周波数特性を示している。図 6 は、図 3 に示すように、放射導波管室 1 を上層放射導波管室 1 A と下層放射導波管室 1 B の積層構造とする誘電体装荷アンテナの周波数特性を示している。この図に示すように、図 3 のアンテナは、利得が 1 dB 低下する帯域幅が約 4.2% と狭くなる欠点がある。周波数帯域幅が狭いアンテナは用途が制限されて、種々の用途に効率よく使用できない。たとえば、本発明の誘電体装荷アンテナは、BS と CS の衛星用として好ましい特性を有するが、図 6 に示す帯域幅の狭いアンテナではこの用途に効率よく使用できない。

【0007】本発明の第 2 の目的は、この欠点を解決することを目的に開発されたもので、本発明の重要な目的は、帯域幅を広くしながら、垂直偏波と水平偏波の両方に使用でき、また、位相差が 90 度である電磁波を給電して円偏波にも使用できるアンテナを提供することにある。

【0008】さらに、誘電体装荷アンテナは、図 3 と図 4 に示すように、位相差が 90 度である電磁波を給電して円偏波に使用できるが、このことを実現するためには、位相差を 90 度とする回路、たとえば給電導波管の長さの差を $1/4$ 波長としている 90 度ハイブリッド回路等を使用する必要がある。ところで、誘電体装荷アンテナとして、ひとつの給電導波管から給電される電磁波を円偏波とするアンテナは開発されている。このアンテナの一例を図 7 に示す。このアンテナは、放射導波管室 1 の開口部 2 を六角形として、対角線の長さが異なるようにしている。

【0009】このアンテナは、以下のようにして、給電導波管 4 から給電される電磁波を円偏波とする。図 8 の平面図に示すように、給電導波管 4 から放射導波管室 1 に励振された電界 E は、方形導波管の対角方向の電界ベクトル $E\alpha$ 、 $E\beta$ に分解される。電界 $E\alpha$ は、両サイドが狭くなるので位相速度が速くなり、摂動理論により電界 $E\beta$ の位相速度は遅くなる。したがって、ふたつの電界の位相差により合成された電界ベクトルは正面から見ると左に回転する。図 8 は、放射導波管室 1 を正面から見ており、電磁波はこの図において裏面から表面に向かって伝搬されるので、この図を裏から見る状態、すなわち右旋円偏波となって放射導波管室 1 の開口部 2 から誘電体柱 3 に励振される。

【0010】以上の形状によらず、放射導波管室を開口部の形状が図 9 となる形状として、給電される電磁波を円偏波として誘電体柱を励振する誘電体装荷アンテナは開発されている。これ等の図に示す誘電体装荷アンテナは、放射導波管室を六角形とするアンテナと同じ動作原理で、給電される電磁波を位相差で円偏波とする。

【0011】したがって、これ等の誘電体装荷アンテナは、位相差を 90 度とするハイブリッド回路を使用することなく円偏波にできる特長がある。さらに、この構造

の誘電体装荷アンテナは、実線と鎖線で示すように、放射導波管室を励振する位置を互いに直交する方向に切り換えて、右旋円偏波と左旋円偏波に切り換えてできる。しかしながら、この構造の誘電体装荷アンテナも、ふたつの給電導波管を連結している放射導波管室を隣接した互いに接近して配設することが難しく、利得の高いアンテナを小型化するのが難しい欠点があった。

【0012】本発明の第3の目的は、さらにこの欠点を解消すること、すなわち、右旋円偏波と左旋円偏波の両方に使用でき、しかも小型にして高利得にできる誘電体装荷アンテナを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】誘電体装荷アンテナは、放射導波管室1の開口部2に誘電体柱3を配設している。さらに、本発明の誘電体装荷アンテナは、複数の放射導波管室1を同一平面に設けて利得を高くすると共に、各々の放射導波管室1を、上面の開口部2に誘電体柱3を配設している上層放射導波管室1Aと、この上層放射導波管室1Aの下面開口部2に連通されて、上層放射導波管室1Aの下側に配設している下層放射導波管室1Bとで構成する。上層放射導波管室1Aに上側給電導波管4Aを連結し、下層放射導波管室1Bに下側給電導波管4Bを連結している。上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bは、互いに直交する方向に給電するように、上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bに連結している。下層放射導波管室1Bに給電される電磁波は上層放射導波管室1Aを介して誘電体柱3に導くようにしている。

【0014】本発明の請求項2の誘電体装荷アンテナは、上層放射導波管室1Aを設けている上層プレート部5Aと、下層放射導波管室1Bを設けている下層プレート部5Bを備える。上層プレート部5Aに、上下に貫通する上層放射導波管室1Aを設けている。上層プレート部5Aの下面に下層プレート部5Bを積層して、上層放射導波管室1Aの下に上方開口の下層放射導波管室1Bを配設している。この誘電体装荷アンテナは、上層放射導波管室1Aに給電する上側給電導波管4Aを上層プレート部5Aに設け、下層放射導波管室1Bに給電する下側給電導波管4Bを下層プレート部5Bに設けている。さらに、この誘電体装荷アンテナは、上層プレート部5A及び下層プレート部5Bに複数の放射導波管室1を設けて、複数の放射導波管室を同一平面に設けることができる。

【0015】さらに、上層プレート部5Aと下層プレート部5Bからなる誘電体装荷アンテナは、上層上部プレート5AAと上層下部プレート5ABからなる2枚の板材の積層体で上層プレート部5Aを構成して、下層上部プレート5BAと下層下部プレート5BBからなる2枚の板材の積層体で下層プレート部5Bを構成することができる。また、上層プレート部5Aと下層プレート部5

Bからなる誘電体装荷アンテナは、上層上部プレート5AAと上層下部プレート5ABとで上層プレート部5Aを構成し、下層上部プレート5BAと下層下部プレート5BBとで下層プレート部5Bを構成し、上層上部プレートを1枚の板材とし、下層下部プレートも1枚の板材とし、さらに、上層下部プレートと下層上部プレートを1枚の中間合体プレート5Cとすることができる。

【0016】さらに本発明の誘電体装荷アンテナは、下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)を、上層放射導波管室1Aの開口縦幅(A1)よりも狭くして帯域幅を広くできる。

【0017】本明細書において、上層放射導波管室1Aの「開口縦幅(A1)」とは、図11に示すように、上層放射導波管室1Aに連結している上側給電導波管4Aの縦方向の開口長さを意味する。また、上層放射導波管室1Aの「開口横幅(B1)」とは、上層放射導波管室1Aに連結している上側給電導波管4Aの横方向の開口長さを意味する。さらに、下層放射導波管室1Bの「開口縦幅(A2)」とは、下層放射導波管室1Bに連結している下側給電導波管4Bの縦方向の開口長さを意味する。また、下層放射導波管室1Bの「開口横幅(B2)」は、下層放射導波管室1Bに連結している下側給電導波管4Bの横方向の開口長さを意味するものとする。

【0018】本発明の誘電体装荷アンテナは、好ましくは、下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)を、上層放射導波管室1Aに給電される偏波の $1/2$ 波長よりも狭くする。上層放射導波管室1Aは、好ましくは開口部2を正方形とする。さらにまた、上層放射導波管室1Aの開口横幅(B1)と、下層放射導波管室1Bの開口縦幅(A2)は等しくする。

【0019】さらに本発明のアンテナは、上層放射導波管室1Aと上側給電導波管4Aと下層放射導波管室1Bと下側給電導波管4Bの内面を金属メッキしたプラスチック製とすることができる。

【0020】上層放射導波管室1Aの深さ(D1)と、下層放射導波管室1Bの深さ(D2)は、好ましくは $1/2$ 管内波長とする。

【0021】さらに、本発明の請求項13のアンテナは、放射導波管室1の開口部2に誘電体柱3を配設している誘電体装荷アンテナであって、以下の独特の構成を備える。

(a) 放射導波管室1が、給電される電磁波を円偏波として誘電体柱3から放射する形状であって、この放射導波管室1に、互いに直交する方向に上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bを連結して、上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bで、右旋円偏波と左旋円偏波を誘電体柱3に給電するようにしている。

(b) 複数の放射導波管室1が互いに接近して隣接して配設され、各々の放射導波管室1に上側給電導波管4

Aと下側給電導波管4Bを連結している。

(c) 上側給電導波管4Aを放射導波管室1の側面に連結して、下側給電導波管4Bを放射導波管室1の底面に連結している。

【0022】放射導波管室1は、一方の対角線の長さが他方の対角線よりも短くなるように、互いに対向するコーナー部を面取りした方形状として、放射導波管室1に給電される電磁波を位相差で円偏波として誘電体柱3から放射するようにすることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実施例は、本発明の技術思想を具体化するための誘電体装荷アンテナを例示するものであって、本発明は誘電体装荷アンテナを下記のものに特定しない。

【0024】さらに、この明細書は、特許請求の範囲を理解し易いように、実施例に示される部材に対応する番号を、「特許請求の範囲の欄」、および「課題を解決するための手段の欄」に示される部材に付記している。ただ、特許請求の範囲に示される部材を、実施例の部材に

【0025】図10と図11に示す誘電体装荷アンテナは、放射導波管室1の開口部2に誘電体柱3を配設している。誘電体柱3は、放射導波管室1の開口部2を閉塞するように、上層放射導波管室1Aを設けている上層プレート部5Aの表面に垂直に固定される。この誘電体柱3は、使用する電磁波の波長 λ の0.5~7倍、好ましくは1~7倍の直径(L)であって、高さ(T)を直径(L)の0.8~1.5倍、好ましくは約1.15倍とする。誘電体柱3の直径(L)と高さ(T)を前述の範囲とするのは、アンテナの利得と能率を高くするためである。比誘電率が2.26であるポリプロピレン製の誘電体柱であって、直径(L)を3波長以上とする場合、誘電体柱の先端を凸レンズ表面のような湾曲面とする。誘電体柱に効率よく電磁波を受信させるためである。

【0026】誘電体柱3は、図10に示すように円柱状とし、あるいは図示しないが多角柱状とし、あるいはまた、図示しないが楕円柱状とすることもできる。さらに、多数のアンテナを平面にならべて配設している誘電体装荷アンテナは、誘電体柱の平面形状を細長い長方形とする角柱状とすることもできる。さらに、誘電体柱は、先端を平面状としているが、図12に示すように先端を凸レンズのような湾曲面とすることもできる。

【0027】誘電体柱3は、有機や無機の誘電体で製作される。誘電体は、比誘電率を1.5~10、好ましくは2~3、さらに好ましくは2~2.5とする材質が適している。これより比誘電率が低いとアンテナとして十分な利得と能率が実現されず、また、高すぎると誘電体の共振性が強調されて使用する電磁波の周波数帯域が狭くなる。有機の誘電体として、ポリプロピレン、ポリエ

チレン、フッ素樹脂等のプラスチックが使用できる。無機の誘電体としてガラス、シリカ、アルミナ等が使用できる。さらに、誘電体柱に使用する誘電体は、プラスチック発泡体や無機発泡体とすることができる。誘電体は発泡体として比誘電率を低くできる。したがって、比誘電率の高い材料は発泡状態の誘電体柱として比誘電率を低くできる。

【0028】放射導波管室1は、上面の開口部2に誘電体柱3を配設している上層放射導波管室1Aと、この上層放射導波管室1Aの下面の開口部2に連通されて、上層放射導波管室1Aの下側に配設している下層放射導波管室1Bとを備える。図の誘電体装荷アンテナは、上層放射導波管室1Aを上層プレート部5Aに設け、下層放射導波管室1Bを下層プレート部5Bに設け、上層プレート部5Aと下層プレート部5Bを積層して、上層放射導波管室1Aの下面に下層放射導波管室1Bを設けている。

【0029】上層プレート部5Aと下層プレート部5Bは、アルミニウム、銅、シンチウ、鉄等の金属板またはプラスチック板の表面に金属メッキをしたものである。金属板は、放射導波管室を設けた状態で表面をメッキすることもできる。プラスチック表面を金属メッキした上層プレート部と下層プレート部は、放射導波管室を設けた形状に成形して、表面を金属メッキして製作できるので、軽くて安価に多量生産できる特長がある。周波数が高い場合はアンテナも小さくなり、金属板である上層プレート部と下層プレート部は、アルミダイキャストで製作して、能率よく多量生産できる。

【0030】上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bには、それぞれに給電される電界方向が互いに直交する方向に上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bを連結している。図11のように下層放射導波管室の開口寸法を $\lambda/2$ 以下にすると、上側給電導波管4Aに励振されて上層放射導波管室1Aに給電される電磁波は、下層放射導波管室1Bを励振することなく誘電体柱3を励振して放射される。下側給電導波管4Bに励振されて下層放射導波管室1Bに給電される電磁波は、下層放射導波管室1Bから上層放射導波管室1Aを通過して誘電体柱3を励振して放射される。すなわち、上層放射導波管室1Aを励振する電磁波は、直接に誘電体柱3に給電され、下層放射導波管室1Bを励振する電磁波は、上層放射導波管室1Aを通過して誘電体柱3に給電される。

【0031】上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bを、TE10形で励振すると、上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bにおける遮断波長(λ_c)と管内波長(λ_g)は以下の式で特定される。

① 上層放射導波管室

遮断波長 $\lambda_c = 2 \times A1$

管内波長 $\lambda_g = \lambda / \{1 - (\lambda/2 \times A1)^2\}^{1/2}$

② 下層放射導波管室

遮断波長 $\lambda_c = 2 \times A2$

管内波長 $\lambda_g = \lambda / \{1 - (\lambda / 2 \times A2)^2\}^{1/2}$

【0032】上層放射導波管室1Aは、開口部2を正方形とする四角柱状、すなわち、開口縦幅(A1)と開口横幅(B1)を同じ寸法としている。上層放射導波管室1Aの開口縦幅(A1)は、上側給電導波管4Aから励振される電磁波の遮断周波数、すなわち遮断波長(λ_c)を特定し、開口横幅(B1)は下側給電導波管4Bから励振される電磁波の遮断波長(λ_c)を特定する。したがって、開口縦幅(A1)と開口横幅(B1)は $\lambda/2$ よりも大きく設計される。開口部2が大きすぎると外形も大きくなるので、開口縦幅(A1)と開口横幅(B1)は、たとえば波長 $\lambda/2$ の1.1~2倍、好ましくは1.1~1.5倍とする。

【0033】上層放射導波管室1Aの深さ(D1)、すなわち高さ方向の長さも、開口部2の1辺の長さと同じように、上側給電導波管4Aから給電される電磁波の遮断波長を特定する。したがって、上層放射導波管室1Aの深さ(D1)は、好ましくは $1/2$ 管内波長とする。ただ、この深さは、 $1/2$ 管内波長(λ_g)の1.1~2倍、好ましくは1.1~1.5倍に設計する。上層放射導波管室1Aには、側面に上側給電導波管4Aを連結するので、深さ(D1)は、上側給電導波管4Aの長辺よりも長くする必要がある。上側給電導波管4Aの長辺の長さも、 $1/2$ 管内波長(λ_g)よりも長くする必要がある。上層放射導波管室1Aの深さ(D1)は、上側給電導波管4Aの長辺よりもわずかに長くする。上層プレート部5Aに設けた穴を上側給電導波管4Aとするためである。

【0034】下層放射導波管室1Bは、開口横幅(B2)を、上層放射導波管室1Aの開口縦幅(A1)よりも狭くする。開口横幅(B2)を開口縦幅(A1)よりも狭くするのは、アンテナの帯域幅を広くするためである。下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)は、上側給電導波管4Aによって励振された電磁波の $1/2$ 波長よりも狭く、上層放射導波管室1Aの開口縦幅(A1)の0.1~0.9、好ましくは、0.12~0.8とする。開口横幅(B2)は、狭すぎても広すぎてもアンテナの帯域幅が狭くなる。したがって、下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)は、アンテナの帯域幅が広がる範囲に設定する。

【0035】さらに、下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)は、上側給電導波管4Aの管内波長(λ_g)の $1/2$ よりも小さくする。それは、下層放射導波管室1Bの開口横幅(B2)を、上側給電導波管4Aで励振される電磁波の遮断波長(λ_c)よりも短くするためである。上側給電導波管4Aの管内波長(λ_g)は、以下の式で演算される。

$\lambda_g = \lambda / \{1 - (\lambda / 2 A1)^2\}^{1/2}$

【0036】下層放射導波管室1Bの開口縦幅(A2)

は、下側給電導波管4Bから給電される電磁波の遮断波長(λ_c)を特定する。下層放射導波管室1Bの開口縦幅(A2)の2倍が遮断波長(λ_c)となる。したがって、開口縦幅(A2)は $\lambda/2$ よりも大きくする。開口部2が大きすぎると外形も大きくなるので、開口縦幅(A2)は、たとえば波長 $\lambda/2$ の1.1~2倍、好ましくは1.1~1.5倍とする。

【0037】下層放射導波管室1Bを励振する電磁波は、上層放射導波管室1Aを通過して誘電体柱3を励振する。したがって、上層放射導波管室1Aは、開口横幅(B1)を遮断波長($\lambda/2$)よりも長くしている。上層放射導波管室1Aの開口横幅(B1)が遮断波長($\lambda/2$)よりも狭いと、下層放射導波管室1Bを励振する電磁波を上層放射導波管室1Aから誘電体柱3に給電できなくなるからである。

【0038】下層放射導波管室1Bの深さ(D2)は、下側給電導波管4Bから給電される電磁波の遮断波長(λ_c)を特定する。下側給電導波管4Bから給電される電磁波を上層放射導波管室1Aに伝送できるように、下側給電導波管Bの深さ(D2)は $1/2$ 管内波長とする。ただ、この深さは、 $1/2$ 管内波長(λ_g)の1~2倍、好ましくは1~1.5倍とすることができる。下層放射導波管室1Bは、側面に下側給電導波管4Bを連結するので、深さ(D2)は、下側給電導波管4Bの長辺よりも長くする必要がある。下側給電導波管4Bの長辺の長さも、 $1/2$ 管内波長よりも長くする必要がある。下層放射導波管室1Bの深さ(D2)は、下側給電導波管4Bの長辺よりもわずかに長くする。下層プレート部5Bに設けた穴を下側給電導波管4Bとするためである。

【0039】図11に示す誘電体装荷アンテナは、上層プレート部5Aを上層上部プレート5AAと上層下部プレート5ABからなる2枚の板材の積層体で構成し、下層プレート部を下層上部プレート5BAと下層下部プレート5BBからなる2枚の板材の積層体で構成している。このアンテナは、上層上部プレート5AAと上層下部プレート5ABを分離する状態で、上層放射導波管室1Aと上側給電導波管4Aを設けることができる。また、下層上部プレート5BAと下層下部プレート5BBを分離する状態で、下層放射導波管室1Bと下側給電導波管4Bを設けることができる。4枚のプレートは、プラスチックを成形して製作され、あるいは、金属を鋳造し、あるいはアルミダイキャストで製作して製作できる。また、プラスチック板や金属板を切削して製作することもできる。プラスチックは、成形した後、あるいは切削加工した後、上層放射導波管室と上側給電導波管と下層放射導波管室と下側給電導波管の表面を金属メッキして製作される。

【0040】上層プレート部5Aと下層プレート部5Bからなるアンテナは、図13と図14に示すように、3

枚のプレートに積層して製作することもできる。これ等の図に示すアンテナは、上層上部プレート5 A Aと下層下部プレート5 B Bを1枚のプレートで製作するのは、図11のアンテナと同じであるが、上層下部プレート5 A Bと下層上部プレート5 B Aを一体構造として1枚の板材で構成し、全体を3枚のプレートの積層構造としている。このアンテナは、上層上部プレート5 A Aと下層下部プレート5 B Bを、図11のアンテナと同じようにして製作し、中間合体プレート5 Cは、上側半分には上層放射導波管室1 Aと上側給電導波管4 Aを設けて、下

10 半分には下層放射導波管室1 Bと下側給電導波管4 Bとを設けた後、3枚のプレートを積層して製作できる。

【0041】図13のアンテナは、側面に上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bを設けており、図14のアンテナは下層下部プレート5 B Bの下面、すなわち、誘電体柱3の反対側の面に上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bを開口している。

【0042】以上は、アンテナの構造をわかりやすくするために、ひとつの放射導波管室1と誘電体柱3とを示している。実際のアンテナは、利得を高くするために、20 図15に示すように、上層プレート部5 Aと下層プレート部5 Bに複数の上層放射導波管室1 Aと下層放射導波管室1 Bを設けている。上層放射導波管室1 Aと下層放射導波管室1 Bは、縦横に並べて設けている。上層放射導波管室1 Aと下層放射導波管室1 Bは、下層放射導波管室1 Bを上層放射導波管室1 Aの下面に連通して配設できる位置に開口している。

【0043】図16は、複数の放射導波管室1を有するアンテナに、上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bを設ける構造を示している。上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bは鎖線で示している。この図のアンテナは、上層プレート部5 Aに上側給電導波管4 Aを設けて、下層プレート部5 Bに下側給電導波管4 Bを設けている。上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bは、全

40 全ての放射導波管室1 Aと下層放射導波管室1 Bを同相ないし所定の位相差で励振できる長さに分岐している。

【0044】上層プレート部5 Aに設けている各々の上層放射導波管室1 Aは、上側給電導波管4 Aで同相ないし所定の位相差で励振される。また、下層プレート部5 Bに設けている各々の下層放射導波管室1 Bは、下側給電導波管4 Bで同相ないし所定の位相差で励振される。全ての放射導波管室1 Aを同相で励振するには、各々の上層放射導波管室1 Aに連結される上側給電導波管4 Aは、全ての長さを同じとし、あるいは長さの差を入の整数倍とする。下層放射導波管室1 Bも同じようにして同相で励振できる。全ての放射導波管室1を同相で励振するアンテナの指向性は、上層プレート部5 Aの表面に対して垂直な方向となる。複数の放射導波管室1を所定の位相差で励振して、アンテナの指向性を垂直方向か

ら傾斜できる。

【0045】図17は、入力される電磁波を90度の位相差を持ったふたつの出力とする90度ハイブリッド回路の一例を示す。この90度ハイブリッド回路6は、ふたつの入力部6 Aとふたつの出力部6 Bを、 $\lambda/4$ の結合回路7で結合している。この回路は、入力部6 A1に電磁波を入力すると、出力部6 B2を出力部6 B1に対して90度遅らせて出力できる。入力部6 A2に入力される電磁波は、出力部6 B1を出力部6 B2から90度遅らせることができる。この回路は、たとえば、図3、図10に示す誘電体装荷アンテナの上側給電導波管4 Aに出力部6 B1を連結して、出力部6 B2を以上のアンテナの下側給電導波管4 Bに連結する。この90度ハイブリッド回路6を連結している誘電体装荷アンテナは、電磁波を給電する入力を、入力部6 A1と6 A2に切り換えて、円偏波を右旋円偏波と左旋円偏波とに切り換えできる。

【0046】以上の誘電体装荷アンテナは、上側給電導波管4 Aまたは下側給電導波管4 Bから励振して、垂直偏波または水平偏波を送信できる。ところで、本発明の誘電体装荷アンテナは、送信用と受信用に同じように使用できる。以上は、送信用のアンテナとして詳述したが、受信用として同じように使用できる。受信用を使用すると、垂直偏波または水平偏波の電磁波を受信して、受信した信号を、上側給電導波管4 Aまたは下側給電導波管4 Bから出力する。また、円偏波を受信すると、上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bから90度位相差の受信信号が出力される。したがって、上側給電導波管4 Aと下側給電導波管4 Bに90度ハイブリッド回路6を連結して、受信信号を出力できる。

30 【0047】図18は、90度ハイブリッド回路を使用することなく、右旋円偏波と左旋円偏波の円偏波を送信、または受信できる誘電体装荷アンテナを示す。このアンテナも、前述のアンテナと同じように、放射導波管室1の開口部2に誘電体柱3を配設している。誘電体柱3には前述のアンテナと同じものが使用できる。

【0048】このアンテナは、放射導波管室1を方形状とはしないで、一方の対角線の長さが他方の対角線よりも短くなるように、互いに対向するコーナー部を面取りした方形状としている。図19と図20の放射導波管室1は、右上コーナーと左下コーナーを面取りする形状として、開口部2を六角形としている。

【0049】放射導波管室1は、対角線の長さの比が、1:0.5~0.8となる形状とする。このアンテナも、前述のアンテナと同じように、プラスチックの表面を金属メッキした導体層、あるいは金属板である導体層で放射導波管室1を設けることができる。

40 【0050】このアンテナは、放射導波管室1の開口縦幅(A)と開口横幅(B)と深さ(D)を、いずれも $\lambda/2$ よりも大きくする。このアンテナも、開口縦幅(A)と開口横幅(B)と深さ(D)を大きくすると、

外径が大きくなるので、これ等の寸法は λ の $1/2 \sim 2$ 倍とする。それは、上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bから給電される電磁波で、誘電体柱3を効率よく励振するためである。

【0051】このアンテナも、図21に示すように、導体層に多数の放射導波管室1を設け、各々の放射導波管室1を同相で励振して、利得を高くできる。

【0052】放射導波管室1には、互いに直交する方向に、上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bを連結している。図18のアンテナは、放射導波管室1の側面に上側給電導波管4Aを連結して、底面に下側給電導波管4Bを連結している。図19と図20は、放射導波管室1の平面図であって、これ等の図において、放射導波管室1の底面に下側給電導波管4Bを連結している。このアンテナは、放射導波管室1の底面に下側給電導波管4Bを連結しているが、下側給電導波管は、図19と図20において、放射導波管室1の左または右の側面に連結することもできる。

【0053】以上のアンテナは、放射導波管室1を長方形とはしないで、一方の対角線の長さが他方の対角線よりも短くなるように、互いに対向するコーナー部を面取りした方形形状とし、給電される電磁波を円偏波として誘電体柱3から放射する。ただ、本発明のアンテナは、給電される電磁波を円偏波とする放射導波管室の平面形状を以上の形状には特定しない。放射導波管室1は、図9に示す平面形状とすることもできる。これ等の図に示すアンテナは、実線で示すように、放射導波管室1の側面に上側給電導波管4Aを連結し、鎖線で示すように放射導波管室1の底面に下側給電導波管4Bを連結し、上側給電導波管4Aと下側給電導波管4Bのいずれかを連結して、右旋円偏波と左旋円偏波を放射し、また受信できる。

【0054】以上の誘電体装荷アンテナも、送信用と受信用に同じように使用できる。以上は、送信用のアンテナとして詳述したが、受信用として同じように使用できる。受信用に使用すると、右旋円偏波または左旋円偏波の電磁波を受信して、受信した信号を、上側給電導波管4Aまたは下側給電導波管4Bから出力する。

【0055】

【実施例】【実施例1】図10と図11に示す誘電体装荷アンテナにおいて、上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bの寸法を以下のようにすると、アンテナの帯域幅は、図22に示すようになった。

上層放射導波管室

開口縦幅(A1) $\cdots 15.4\text{mm}$

開口横幅(B1) $\cdots 15.4\text{mm}$

深さ(D1) $\cdots 22.2\text{mm}$

下層放射導波管室1B

開口縦幅(A2) $\cdots 15.4\text{mm}$

開口横幅(B2) $\cdots 6.0\text{mm}$

深さ(D2) $\cdots 22.2\text{mm}$

上側給電導波管と下側給電導波管を放射導波管室に結合している部分の横幅

幅(b) $\cdots 3.5\text{mm}$

誘電体柱

材質 \cdots ポリプロピレン樹脂

外径 $\cdots 29.5\text{mm}$

高さ $\cdots 35.0\text{mm}$

【0056】【実施例2】図10と図11に示す誘電体装荷アンテナにおいて、上層放射導波管室1Aと下層放射導波管室1Bの寸法を以下のようにすると、アンテナの帯域幅は、図23に示すようになった。

上層放射導波管室

開口縦幅(A1) $\cdots 15.4\text{mm}$

開口横幅(B1) $\cdots 15.4\text{mm}$

深さ(D1) $\cdots 22.2\text{mm}$

下層放射導波管室

開口縦幅(A2) $\cdots 15.4\text{mm}$

開口横幅(B2) $\cdots 3.5\text{mm}$

深さ(D2) $\cdots 22.2\text{mm}$

上側給電導波管と下側給電導波管を放射導波管室に結合している部分の横幅

幅(b) $\cdots 3.5\text{mm}$

誘電体柱

材質 \cdots ポリプロピレン樹脂

外径 $\cdots 29.5\text{mm}$

高さ $\cdots 35.0\text{mm}$

【0057】

【発明の効果】本発明の誘電体装荷アンテナは、ふたつの給電導波管で励振される複数の放射導波管室を互いに接近させながら、全体をコンパクトにできる特長がある。それは、本発明のアンテナが、放射導波管室を上層放射導波管室と下層放射導波管室で構成して、上層放射導波管室に上側給電導波管を、下層放射導波管室に下側給電導波管を互いに直交する方向に連結しているからである。この構造のアンテナは、上側給電導波管と下側給電導波管とをひとつの放射導波管室には連結しない。放射導波管室を、上層放射導波管室と下層放射導波管室からなるふたつの放射導波管室とし、上層放射導波管室に上側給電導波管を連結して、下層放射導波管室には下側給電導波管を連結している。上下2層に設けている放射導波管室に、上側給電導波管と下側給電導波管とを別々に連結するので、多数の放射導波管室を互いに接近する状態で配設して、複数の放射導波管室に上側給電導波管と下側給電導波管の両方を連結できる。それは、上側給電導波管と下側給電導波管を上下2層に配管できるからである。

【0058】本発明の請求項5に記載する誘電体装荷アンテナは、上層放射導波管室を設けている上層プレート部と、下層放射導波管室を設けている下層プレート部と

を積層する構造とし、さらに、上層プレート部を上層上部プレートと上層下部プレートからなる2枚の板材の積層体で構成して、下層プレート部を下層上部プレートと下層下部プレートからなる2枚の板材の積層体で構成して、全体を4枚のプレートで構成している。この構造は、4枚のプレートに分離して、上側給電導波管と上層放射導波管室と下層放射導波管室と下側給電導波管を設けることができるので、極めて能率よく多量生産できる特長がある。

【0059】また、本発明の請求項6の誘電体装荷アンテナは、上層プレート部を上層上部プレートと上層下部プレートとで構成し、下層プレート部を下層上部プレートと下層下部プレートとで構成し、さらに、上層上部プレートを1枚の板材とし、下層下部プレートも1枚の板材とし、また、上層下部プレートと下層上部プレートを1枚の中間合体プレートとするので、この構造によっても、能率よく多量生産できる特長がある。それは、上層上部プレートには、上層放射導波管室と上側給電導波管の半分を下方開口する形状で設け、下層下部プレートには下層放射導波管室と下側給電導波管の半分を上方に開口する形状で設け、さらに、上層下部プレートと下層上部プレートとを一体としている1枚の中間合体プレートには、上層放射導波管室と上側給電導波管の半分を上方に開口して設け、下層放射導波管室と下側給電導波管の半分を下方に開口して設けて、3枚のプレートを積層して製作できるからである。

【0060】さらに、本発明の請求項7に記載している誘電体装荷アンテナは、周波数帯域幅を広くしながら、垂直偏波と水平偏波の両方に使用でき、また、位相差が90度である電磁波を給電して円偏波にも使用できる特長がある。周波数帯域幅を広くできるのは、本発明の誘電体装荷アンテナが、上層放射導波管室と下層放射導波管室で放射導波管室を構成すると共に、下層放射導波管室の開口横幅(B2)を、上層放射導波管室の開口縦幅(A1)よりも狭くしているからである。この誘電体装荷アンテナは、上側給電導波管から上層放射導波管室内に給電される電磁波を下層放射導波管室に入らないので、上側給電導波管に下層放射導波管室を連結することにより周波数帯域が狭くならない。また、下層放射導波管室に給電された電磁波は、上層放射導波管室がホーンの役目をして周波数帯域を広くする。さらに、この構造の誘電体装荷アンテナは、上層放射導波管室または下層放射導波管室から励振して、垂直偏波と水平偏波の両方に使用できる。さらにまた、位相差が90度である電磁波を給電して円偏波にも使用できる特長がある。

【0061】さらに、本発明の請求項13に記載している誘電体装荷アンテナは、小型、高利得として、簡単な構造で、右旋円偏波と左旋円偏波の両方に使用できる特長がある。それは、本発明の誘電体装荷アンテナが、給電される電磁波を円偏波として誘電体柱から放射する複

数の放射導波管室を隣接して設け、この放射導波管室には、上側給電導波管を側面に、下側給電導波管を底面に連結して、上側給電導波管と下側給電導波管を互いに直交する方向に連結しているからである。この誘電体装荷アンテナは、上側給電導波管または下側給電導波管から励振される電磁波を右旋円偏波または左旋円偏波とする円偏波として誘電体柱に給電できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図2】従来の他の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図3】本発明の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図4】図3に示す誘電体装荷アンテナの分解斜視図

【図5】図1に示す誘電体装荷アンテナの周波数特性を示すグラフ

【図6】図3に示す誘電体装荷アンテナの周波数特性を示すグラフ

【図7】従来の他の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図8】図7に示す誘電体装荷アンテナの放射導波管室の平面図

【図9】誘電体装荷アンテナの放射導波管室の他の形状を示す平面図

【図10】本発明の実施例の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図11】図10に示す誘電体装荷アンテナの分解斜視図

【図12】誘電体柱の他の一例を示す側面図

【図13】本発明の他の実施例の誘電体装荷アンテナの分解斜視図

【図14】本発明の他の実施例の誘電体装荷アンテナの分解斜視図

【図15】複数の放射導波管室を備える誘電体装荷アンテナを示す平面図

【図16】図15に示す誘電体装荷アンテナの分解斜視図

【図17】90度ハイブリッド回路の一例を示す平面図

【図18】本発明の他の実施例の誘電体装荷アンテナの斜視図

【図19】図18に示す誘電体装荷アンテナの放射導波管室に上側給電導波管から入力される状態を示す平面図

【図20】図18に示す誘電体装荷アンテナの放射導波管室に下側給電導波管から入力される状態を示す平面図

【図21】図18に示すアンテナを平面に多数並べた誘電体装荷アンテナの一例を示す平面図

【図22】本発明の実施例1の誘電体装荷アンテナの周波数特性を示すグラフ

【図23】本発明の実施例2の誘電体装荷アンテナの周波数特性を示すグラフ

【符号の説明】

1…放射導波管室

1A…上層放射導波管

50 室

1 B...下層放射導波管室

2...開口部

3...誘電体柱

4...給電導波管

4 B...下側給電導波管

5 A...上層プレート部

ート

5 A B...上層下部プレート

4 A...上側給電導波管

5 A A...上層上部プレ

5 B...下層プレート部

ート

5 B B...下層下部プレート

5 C...中間合体プレート

6...90度ハイブリッド回路

6 B...出力部

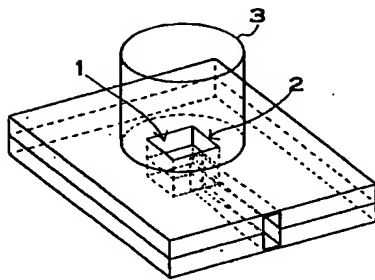
7...結合回路

5 B A...下層上部プレ

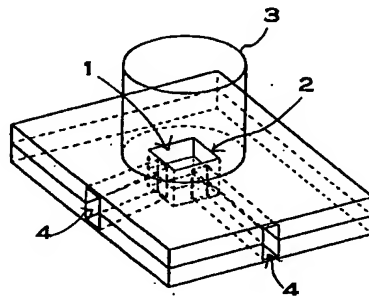
ート

6 A...入力部

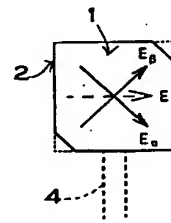
【図1】



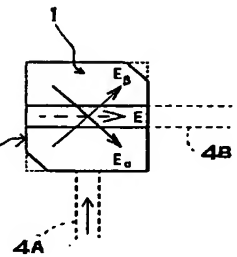
【図2】



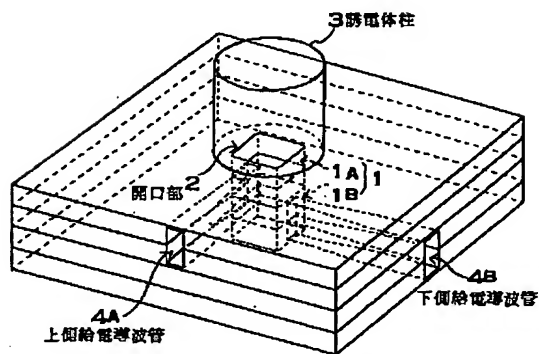
【図8】



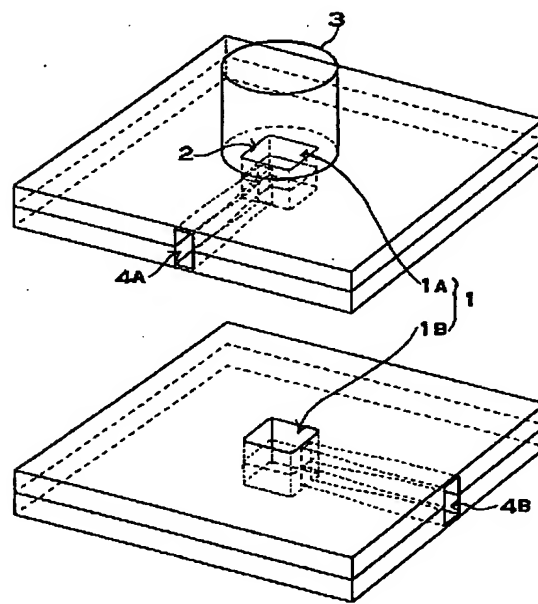
【図19】



【図3】

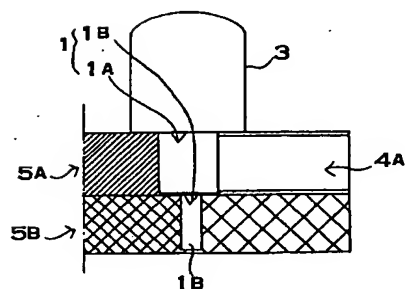


【図4】

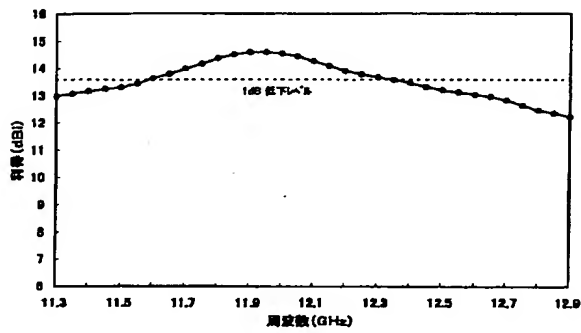


1...放射導波管室
1 A...上層放射導波管室
1 B...下層放射導波管室

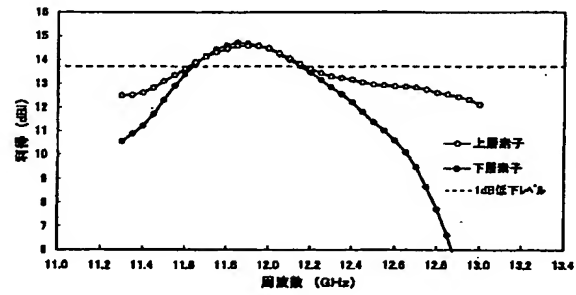
【図12】



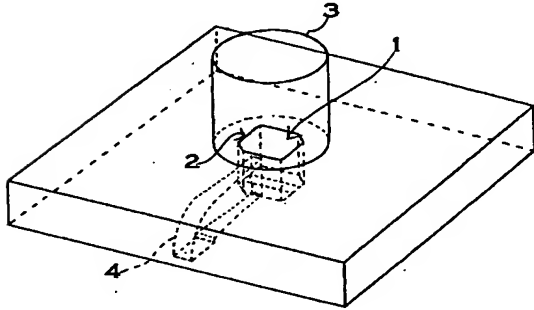
【図5】



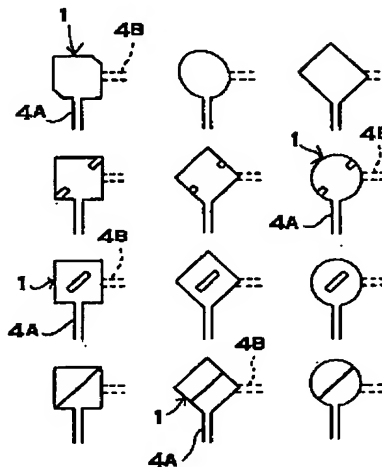
【図6】



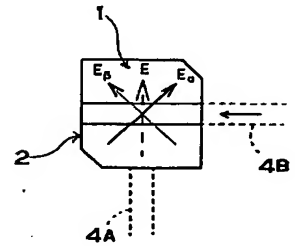
【図7】



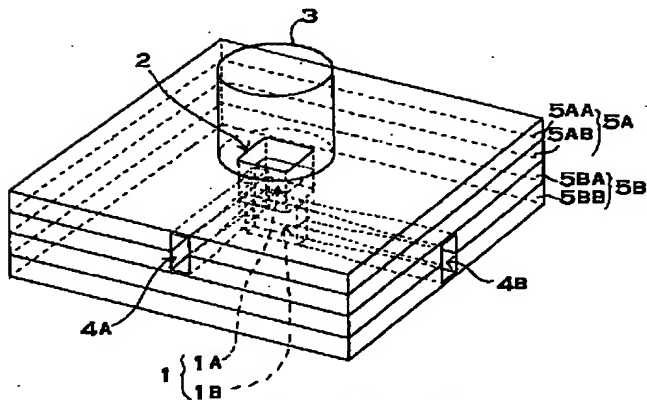
【図9】



【図20】

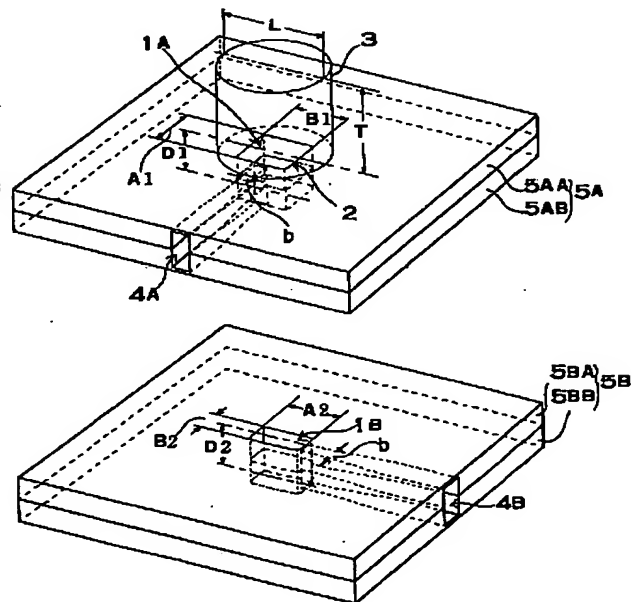


【図10】

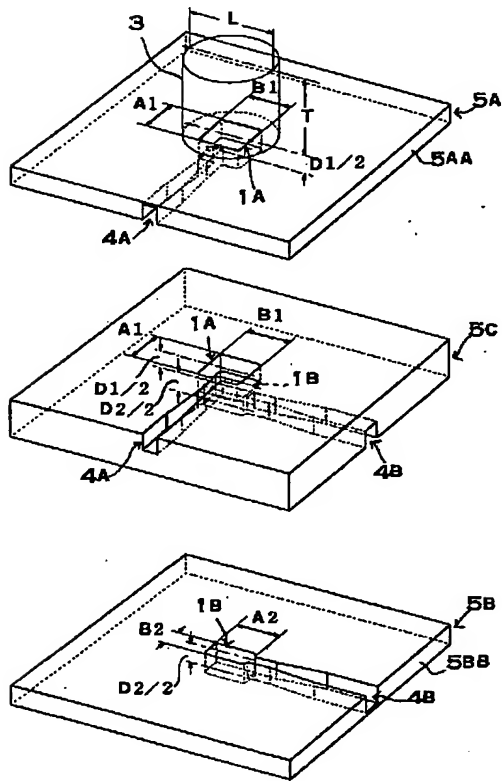


5A・・・上層プレート部
5AA・・・上層上部プレート
5AB・・・上層下部プレート
5B・・・下層プレート部
5BA・・・下層上部プレート
5BB・・・下層下部プレート

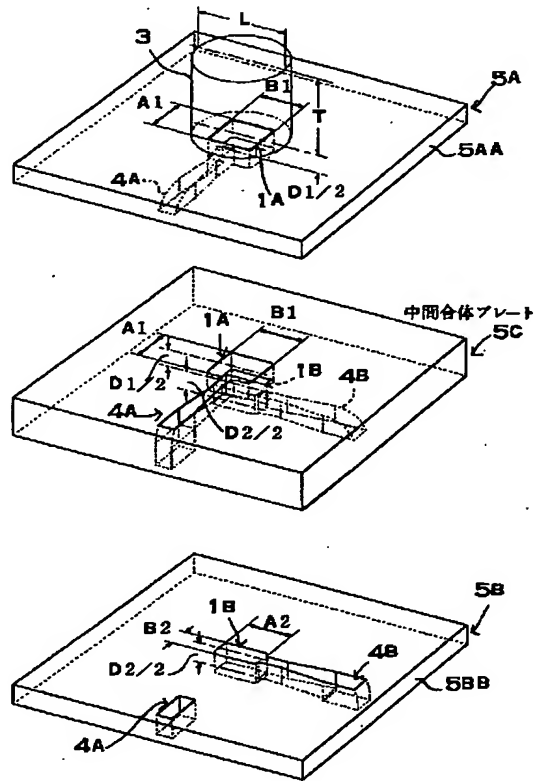
【図11】



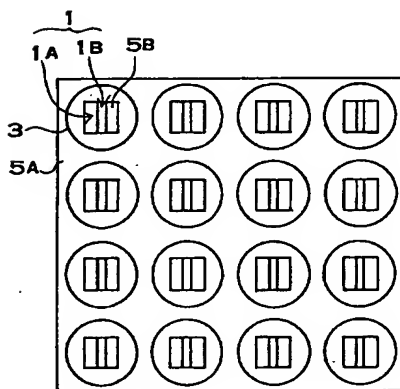
【図13】



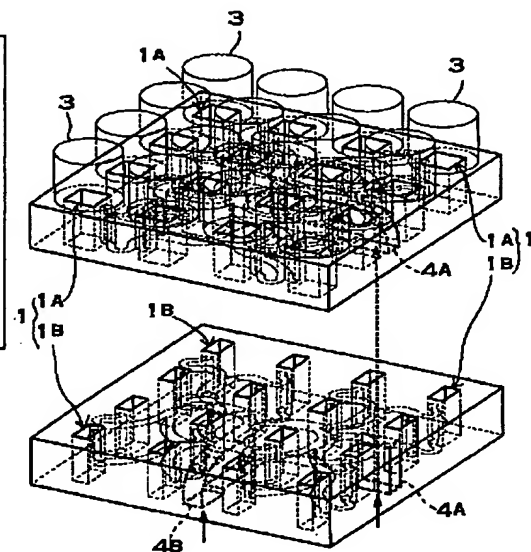
【図14】



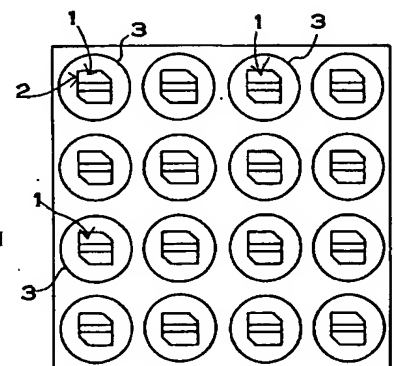
【図15】



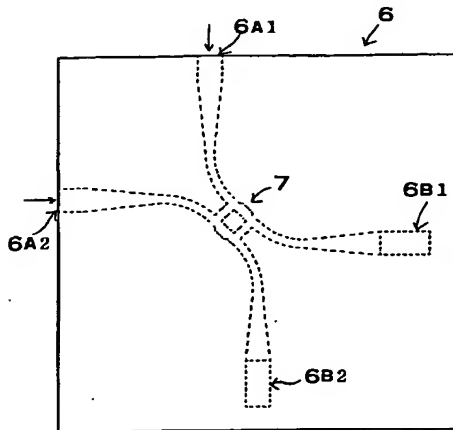
【図16】



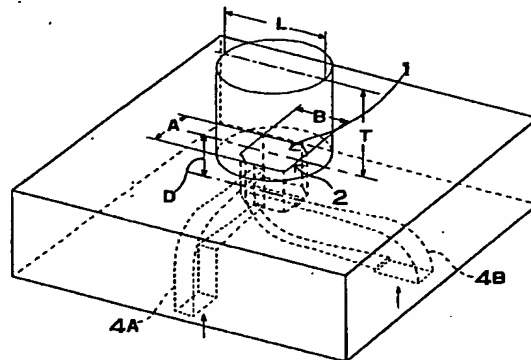
【図21】



【図17】

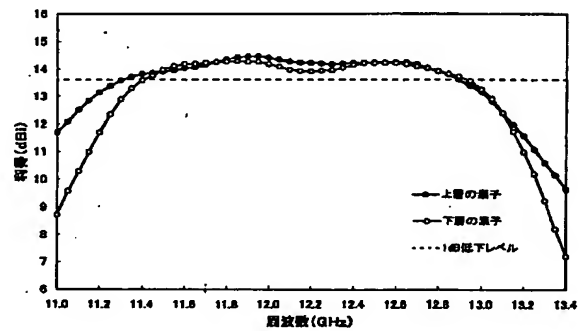
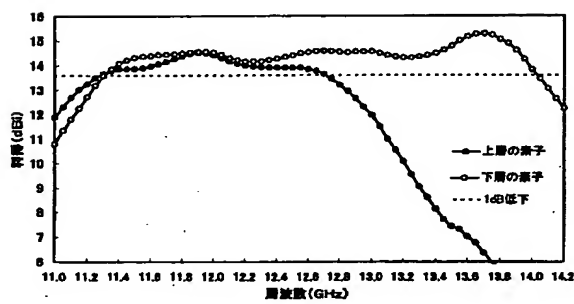


【図18】



【図23】

【図22】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J014 HA03
 5J021 AA09 AB09 CA02 GA08 HA05
 HA10 JA07
 5J045 AB05 CA02 CA03 CA04 DA00
 HA01 LA03